

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 721 650 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention
of the grant of the patent:
07.01.1999 Bulletin 1999/01

(51) Int Cl.: H01H 51/22, H01F 7/16

(86) International application number:
PCT/GB94/01975

(21) Application number: 94926295.0

(87) International publication number:
WO 95/07542 (16.03.1995 Gazette 1995/12)

(22) Date of filing: 12.09.1994

(54) **BISTABLE MAGNETIC ACTUATOR**
BISTABILER MAGNETISCHER BETÄTIGER
ACTUATEUR MAGNETIQUE BISTABLE

(84) Designated Contracting States:
AT BE CH DE FR IE IT LI NL SE

(30) Priority: 11.09.1993 GB 9318876

(43) Date of publication of application:
17.07.1996 Bulletin 1996/29

(73) Proprietor: BRIAN MCKEAN ASSOCIATES LTD.
Ruddington, Nottingham NG11 6EP (GB)

(72) Inventors:
• MCKEAN, Brian
Nottingham NG11 6EP (GB)
• KENWORTHY, Derek
Manchester M41 9NR (GB)

(74) Representative: Goodman, Christopher
Eric Potter Clarkson,
Park View House,
58 The Ropewalk
Nottingham NG1 5DD (GB)

(56) References cited:
EP-A- 0 226 388 EP-A- 0 354 803
EP-A- 0 460 666 DE-A- 3 338 551
DE-C- 3 520 879 FR-A- 1 363 793
FR-A- 2 532 107 US-A- 3 377 619
US-A- 4 533 690

• 'Conference Record of the 1989 IEEE Industry
Applications Society Annual Meeting' 1989,
XP01581 Part I, pages 195-202, Fast-acting,
long-stroke solenoids with two springs. Dr.
Bruno Lequesne see the whole document

EP 0 721 650 B1

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

Description

The present invention relates to a bistable permanent magnetic actuator according to the preamble of claim 1, and in particular to actuators suitable for the operation of electric circuit breakers, and to a method of fabricating such an actuator.

In all electric circuit breakers it is necessary to have a mechanism that will open and close contacts in order to interrupt or close an electric circuit.

Conventional high-voltage circuit breakers include mechanical systems for opening and closing the circuit breaker contacts that are very complex to build and require periodic and expensive overhaul and maintenance. The advent of modern vacuum interrupters for use in high voltage circuit breakers, requiring no maintenance or overhaul, has led to the desire to make available actuator mechanisms requiring little or no maintenance and ideally matched to the characteristics of the vacuum interrupter.

These characteristics typically include: short stroke of the moving contact between open and closed positions, usually of the order of 8 to 12 mm; low operating times, typically 10 milliseconds between open and closed positions during operation; high pressure force between contacts when closed to withstand electromagnetic forces during short circuits; and low operating energy.

Prior art bistable permanent magnet actuators meet some of the above characteristics but typically have a number of disadvantageous features.

For example, in UK Patent Application No. 2112212 there is described a relay which has a bistable permanent magnet actuator. This relay includes an electromagnetic coil wound around the armature to provide the necessary electromagnetic driving force to move the actuator between the two bistable positions. This design has a number of disadvantages, not least that the flux generated by the coil works in opposition to the permanent magnet flux, thus having a tendency to destroy the permanent magnets in time. Additionally, considerable flux must be generated to oppose and overcome the permanent magnet flux, and the movement of the actuator is thus rapid and substantially uncontrolled. These types of device are inherently unsuitable for actuators requiring large holding forces, as they will suffer considerable damage when electromagnetic fluxes large enough to overcome the permanent magnet flux are generated. They thus have application only in lower power roles. In addition, the coil is mounted on the moving part (the actuator) thereby requiring a more complex and less reliable configuration.

In a further example, UK Patent Application No. 2223357 there is described a bistable, magnetically actuated circuit breaker. This device includes a dual yoke construction, each yoke providing either the low reluctance permanent magnet flux path or the high reluctance path of the bistable configuration. The permanent

magnet is housed between two halves of the actuator. Actuation is provided by one of two electromagnetic coils which operate to destabilise the armature without substantially reducing the flux in the permanent magnet.

A substantial disadvantage of this device is that the magnet is located in the armature, and thus for actuators requiring large holding forces, is prone to physical damage under the impact of switching the armature position. A further substantial disadvantage of this device is that the conduction of permanent magnet flux around the device is inefficient and large magnets are required to achieve reasonable holding force. Similarly, generation of electromagnetic flux is inefficient and large switching currents are required.

Where prior art designs of actuator have been made to accommodate high power circuit breakers requiring large holding forces, it has always been necessary to provide electromagnetic coils capable of generating very large opposing fluxes in order to switch the actuator from one bistable position to the other. While this is not always a problem, it is particularly difficult where the breakers must have an independent source of power in order to switch, such as those which must be powered by integral batteries which are required to have a long, maintenance-free life. In addition, the use of high power coils necessarily increases the size of the actuators, and may necessitate expensive cooling mechanisms where frequent switching occurs.

There is therefore a need to provide a permanent magnet actuator which is simple and cheap to manufacture, suitable for use with high power applications generating large holding forces, with substantially lower power consumption than known systems, and easily configurable to a variety of specifications.

The Conference Record of the 1989 IEEE Industry Application Society Annual Meeting, Part I, p.195-202, "Fast Acting, Long Stroke Solenoids with Two Springs" describes a bistable permanent magnet actuator according to the preamble of claim 1.

In accordance with one aspect of the present invention, there is provided a bistable permanent magnet actuator according to claim 1.

In accordance with a further aspect of the present invention, there is provided a method of manufacturing a bistable permanent magnet according to claim 8.

Embodiments of the present invention will now be described by way of example, and with reference to the accompanying drawings in which:

Figure 1 shows a perspective view of part of a magnetic actuator in accordance with one embodiment of the present invention, with one coil and yoke laminations removed to reveal internal components;

Figure 2 shows an end view of a centre cross-section of the complete actuator of figure 1;

Figure 3 shows a side view on cross-section A-A of

the actuator of figure 2, but with the leading part of both coils removed for clarity;

Figure 4 shows a top view on cross-section B-B of the actuator of figure 2, but with the upper coil removed for clarity.

With reference to the figures, a bistable, permanent magnet actuator is shown generally as 10. The actuator comprises an outer yoke 12, which is composed of a number of laminations 14, 15 formed of a suitably high magnetic permeability material, for example steel sheets. Each lamination has an upper and a lower pole portion 16, 17 and preferably includes a pair of centre arms 19, 20 projecting inwards from side portions 22, 23. Although the preferred embodiment has been shown as symmetrical about a vertical centre line on figure 2, it will be understood that one of the side portions 22, 23 could be omitted.

Within the laminations 14, 15 of yoke 12, and preferably lying between and adjacent to centre arms 19, 20 are a number of permanent magnets 30. Magnets 30 are attached to a pair of inner yokes 31, 32 which are spaced from an armature 40 which is reciprocally mounted within the assembly in order that it may slide between a first, lower position in which the lower face of the armature 30 is in contact with the lower pole portion 17 of yoke 12 as shown in figure 2, and a second upper position in which the armature is in contact with the upper pole portion 16 of yoke 12. Coaxial with the armature 40 is an actuator rod 42 shown in dotted outline on the figures. Four bearing plates 50...53 (see figures 3 and 4) are positioned between the ends of inner yokes 31, 32 and the armature 40 to facilitate smooth linear movement of the armature within the yokes.

A pair of coils 60, 61 circumscribe the upper and lower portions of armature 40 respectively. The coils are preferably mounted within the recesses formed between the poles 16, 17 of the yoke 12 and the centre arms 19, 20. The whole assembly may then be bolted together and provided with end caps 70, 71.

With the armature 40 in the position as shown in the figures, a low reluctance magnetic circuit is formed by the magnet 30, the lower half of side portion 22 of yoke 12, the lower pole 17 of yoke 12, the lower half of armature 40 and the inner yoke 32. A high reluctance magnetic circuit is formed by magnet 30, the upper half of side portion 22 of yoke 12, the upper pole 16 of yoke 12, the upper half of armature 40 and the inner yoke 31. Corresponding circuits are replicated on the left half of the actuator as viewed in figure 2.

In this position, a strong permanent magnet flux is present in the low reluctance circuit which holds the armature in the lower position. Little flux is present in the high reluctance circuit due to the air gap 62 present between the upper part of the armature 40 and the upper pole 16 of the yoke 12. However, it will be recognized that the temporary application of a current of appropriate

polarity in upper coil 60 will cause a high flux to be forced across the air gap 62, providing an upward motive force on armature 40 in order to close the air gap. Providing the flux induced by coil 60 is greater than the flux present in the low reluctance circuit, the armature will be "flipped" to an upper position, thus swapping over the high and low reluctance circuits described *supra*.

The armature may be returned to its first bistable position by analogous use of the lower coil 61.

This action offers considerable improvement over some types of actuator in that the coils never serve to oppose the permanent magnet flux, and thus do not tend to destroy the permanent magnets over time.

The use of an outer yoke 12 comprised of a number of laminations has several important advantages. Firstly, the permanent magnet flux flowing through the low reluctance circuits is greatly improved for given magnet strengths; this enables a very substantial increase in the holding force of the actuator for a given magnet strength and for a given size of actuator. Additionally, the transient power consumed by coils 60, 61 to switch the armature from one bistable position to the other is substantially reduced as more efficient flux generation in the yoke takes place. Not only does this result in a substantially reduced current consumption during switching, but it is discovered that substantially shorter current pulse times can be used to effect the switching operation.

Improvements in the performance of the device are also found with the use of the "one-piece" outer yoke lamination configuration: that is to say, both the low reluctance path and the high reluctance path of a bistable position are provided in the same structure (i.e. in each lamination). This also assists in the transient flux generation by the appropriate coil 60, 61.

Traditionally, prior art devices have been constructed around a cylindrical armature with a cylindrical yoke, or separate yokes radially spaced around the outside of the cylindrical armature. A substantial advantage in the particular geometrical configuration of actuator illustrated in the figures is that devices of varying specification can be manufactured using standard parts. By increasing the number of laminations 14, 15 used, the number of magnets 30 used, and the length of armature, the device is expandable along the axis perpendicular to the plane of the laminations. This permits any desired size of device to be manufactured, and increasing length provides greater and greater holding force of the finished actuator. Thus, actuators can readily be manufactured to provide just sufficient holding force for any particular application, while avoiding the necessity of using substantially over-specified devices which use more current than strictly necessary for the application. It will be understood that in similar manner to the lamination of the yoke, the armature 40 could also be laminated in similar manner for optimum versatility.

In practice, it is not essential to use an inner yoke 31, 32 providing that some means to attach the magnets to the outer yoke is provided.

An additional preferred feature is the provision of the armature in two halves 40a, 40b as shown in figure 2. This considerably eases the assembly of the actuator. When constructing an actuator, very considerable forces must be overcome to place magnets and armature in position to complete the magnetic circuits. It is preferable to assemble the actuator with unmagnetised "permanent magnets". The two armature halves have a "slug" of high permeability material introduced between them and are then slid into position between the respective upper and lower pole portions 16, 17 of the outer yoke 12. The slug effectively expands the armature sufficiently so that the air gap 62 is eliminated. The remaining parts of the actuator are assembled, with the exception of actuator rod 42. Magnetisation of the magnets 30 then takes place by energising both coils in such a way that the desired polarity of magnets 30 are created.

The slug is then removed, and the actuator rod 42 is passed through the upper pole portion 16 of the yoke and into a preformed hole in the upper half of the armature. The lower end of the actuator rod 42 is threaded, as is the corresponding preformed hole in the lower half of the armature. The two halves of the armature may thus be brought together by screw threading the actuator rod into the hole in the lower half of the armature. Thus, the necessary mechanical advantage to overcome the magnetic forces is provided by suitable torque on the actuator rod 42.

Claims

Claims for the following Contracting States : BE, AT, FR, IT, NL, SE, CH, IE

1. A bistable permanent magnet actuator (10) comprising:

a magnetic yoke (12) having a laminated structure;
at least one permanent magnet (30); and
an armature (40) axially reciprocable in a first direction within the yoke (12);

the actuator (10) configured to provide:

a first low reluctance flux path and a first high reluctance flux path when the armature (40) is in a first position;
a second low reluctance flux path and a second high reluctance flux path when the armature is in a second position;
means to drive the armature (40) between the first and second positions;

characterized in that:

each lamination (14, 15) of the yoke (12) defines a plane in which a portion of the permanent magnet (30) and armature (40) reside, and wherein the configuration of the actuator thereby enables an increase in the permanent magnet flux flowing through the actuator (10) by the addition of further yoke laminations (14, 15) and a corresponding increase in the linear dimension of the magnet (30) and armature (40) in a second direction perpendicular to the plane of the laminations.

2. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 1 wherein each lamination (14, 15) of the yoke (12) provides a part of both said low reluctance path and said high reluctance path.
3. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 1 wherein each lamination (14, 15) of the yoke (12) entirely encircles the magnet (30) and armature (40).
4. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 1 wherein the armature (40) comprises a laminate structure in which the laminations of the armature (40) are substantially parallel to the laminations (14, 15) of the yoke (12).
5. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 4 further including a plurality of permanent magnets (30) positioned longitudinally in said second direction.
6. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 4 wherein the first and second directions are mutually orthogonal.
7. A bistable permanent magnet actuator (10) according to any preceding claim wherein the means to drive the armature (40) between the first and second positions comprises:

a first and a second electric coil (60, 61) each adapted to generate transient magnetic fields in response to a respective actuation signal wherein the magnetic field generated by the first coil (60) increases the flux in the first high reluctance path without reducing the flux through the permanent magnet (30), and at the same time reduces the flux in the first low reluctance path, and
wherein the magnetic field generated by the second coil (61) increases the flux in the second high reluctance path without reducing the flux through the permanent magnet (30), and at the same time reduces the flux in the second low reluctance flux path.

8. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 1 wherein the armature (40) is formed in two halves (40a, 40b) defined by division of the armature (40) by a plane orthogonal to said first direction.

9. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 8 in which the two halves of the armature (40) are held together by an actuator rod (42) passing through the yoke (12).

10. A method of manufacturing a bistable permanent magnet actuator (10) comprising the steps of:

constructing a magnetic yoke (12) from a plurality of laminations (14,15) each configured to form a part of a magnetic circuit with at least one permanent magnet (30) and an armature (40) axially reciprocable in a first direction within the yoke (12);
configuring the actuator to provide a first low reluctance flux path and a first high reluctance flux path when the armature (40) is in a first position and a second low reluctance flux path and a second high reluctance flux path when the armature (40) is in a second position;
providing means (60,61) to drive the armature (40) between the first and second positions; and
using a predetermined number of laminations to expand the device in a linear direction orthogonal to the plane of the yoke laminations (14, 15), and increasing the corresponding linear dimension of the magnet(s) (30) and armature (40) in order to increase in the permanent magnet flux flowing through the actuator (10) to achieve the desired specification of actuator (10).

11. A method of manufacturing a bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 10, further comprising the steps of:

forming the armature (40) in two halves (40a, 40b) by division of the armature by a plane orthogonal to said first direction;
introducing a slug of high permeability material between the two halves of the armature (40) and installing the armature (40) and slug into the yoke (12);
removing the slug and installing an actuator rod (42) adapted to draw together said two armature halves (40a, 40b) in a direction parallel to said first direction.

12. A method of manufacturing a bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 11, further comprising the steps of:

installing the at least one permanent magnet (30) in an unmagnetised state;
after installation of the armature (40) and slug, and before removal of the slug, magnetising the at least one permanent magnet (30) in situ.

Claims for the following Contracting State : DE

1. A bistable permanent magnet actuator (10) comprising:

a magnetic yoke (12) having a laminated structure;
at least one permanent magnet (30); and
an armature (40) axially reciprocable in a first direction within the yoke (12);

the actuator (10) configured to provide:

a first low reluctance flux path and a first high reluctance flux path when the armature (40) is in a first position;
a second low reluctance flux path and a second high reluctance flux path when the armature (40) is in a second position;
means to drive the armature between the first and second positions;
wherein each laminations (14,15) of the yoke (12) defines a plane in which a portion of the permanent magnet (30) and armature (40) reside, and wherein the configuration of the actuator (10) thereby enables an increase in the permanent magnet flux flowing through the actuator (10) by the addition of further yoke laminations (14,15) and a corresponding increase in the linear dimension of the magnet (30) and armature (40) in a second direction perpendicular to the plane of the laminations (14, 15); and
wherein the armature (40) is formed in two halves (40a, 40b) defined by division of the armature (40) by a plane orthogonal to said first direction.

2. A bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 1 in which the two halves (40a, 40b) of the armature are held together by an actuator rod (42) passing through the yoke (12).

3. A method of manufacturing a bistable permanent magnet actuator (10) comprising the steps of:

constructing a magnetic yoke (12) from a plurality of laminations (14,15) each configured to form a part of a magnetic circuit with at least one permanent magnet (30) and an armature (40) axially reciprocable in a first direction within the yoke (12);

configuring the actuator (10) to provide a first low reluctance flux path and a first high reluctance flux path when the armature (40) is in a first position and a second low reluctance flux path and a second high reluctance flux path when the armature (40) is in a second position; providing means (60,61) to drive the armature (40) between the first and second positions; and

using a predetermined number of laminations to expand the device in a linear direction orthogonal to the plane of the yoke laminations (14, 15), and increasing the corresponding linear dimension of the magnet(s) (30) and armature (40) in order to increase in the permanent magnet flux flowing through the actuator (10) to achieve the desired specification of actuator (10).

and further comprising :

forming the armature (40) in two halves (40a, 40b) by division of the armature (40) by a plane orthogonal to said first direction; introducing a slug of high permeability material between the two halves (40a, 40b) of the armature (40) and installing the armature (40) and slug into the yoke (12);

removing the slug and installing an actuator rod (42) adapted to draw together said two armature halves (40a, 40b) in a direction parallel to said first direction.

4. A method of manufacturing a bistable permanent magnet actuator (10) according to claim 3, further comprising the steps of :

installing the at least one permanent magnet (30) in an unmagnetised state; after installation of the armature (40) and slug, and before removal of the slug, magnetising the at least one permanent magnet (30) in situ.

Patentansprüche

Patentansprüche für folgende Vertragsstaaten : BE, AT, FR, IT, NL, SE, CH, IE

1. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) mit
 - einem magnetischen Joch (12) mit einer Schichtstruktur;
 - mindestens einem Permanentmagneten (30);
 - und
 - einem Anker (40), der in einer ersten Richtung innerhalb des Jochs (12) axial hin- und herbe-

wegbar ist; wobei das Stellglied (10) so konfiguriert ist, daß es schafft

einen ersten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen ersten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker (40) in einer ersten Stellung ist; einen zweiten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen zweiten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker in einer zweiten Stellung ist; einer Einrichtung, um den Anker (40) zwischen der ersten und zweiten Stellung anzutreiben;

dadurch gekennzeichnet, daß:

jede Schicht (14, 15) des Jochs (12) eine Ebene definiert, in der ein Abschnitt des Permanentmagneten (30) und des Ankers (40) liegen, und worin die Konfiguration des Stellglieds dadurch eine Erhöhung des durch das Stellglied (10) fließenden Flusses des Permanentmagneten durch die Hinzufügung weiterer Jochschichten (14, 15) und eine entsprechende Zunahme in der linearen Abmessung des Magneten (30) und des Ankers (40) in einer zweiten, zu der Ebene der Schichten senkrechten Richtung ermöglicht.

2. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 1, worin jede Schicht (14, 15) des Jochs (12) einen Teil sowohl des Wegs mit niedriger Reluktanz als auch des Wegs mit hoher Reluktanz liefert.
3. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 1, worin jede Schicht (14, 15) des Jochs (12) den Magneten (30) und Anker (40) ganz umgibt.
4. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 1, worin der Anker (40) eine Schichtstruktur aufweist, in der die Schichten des Ankers (40) zu den Schichten (14, 15) des Jochs (12) im wesentlichen parallel sind.
5. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 4, ferner mit einer Vielzahl von in der zweiten Richtung in Längsrichtung angeordneten Permanentmagneten (30).
6. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 4, worin die erste und zweite Richtung wechselseitig orthogonal sind.
7. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Einrichtung, um den Anker (40) zwischen der ersten und zweiten Stellung anzutreiben, aufweist:

eine erste und eine zweite elektrische Spule (60, 61), die jeweils angepaßt sind, um als Antwort auf ein jeweiliges Betätigungssignal Übergangsmagnetfelder zu erzeugen;
 worin das durch die erste Spule (60) erzeugte Magnetfeld den Fluß in dem ersten Weg mit hoher Reluktanz ohne Reduzieren des Flusses durch den Permanentmagneten (30) erhöht und zur gleichen Zeit den Fluß in dem ersten Weg mit niedriger Reluktanz reduziert, und
 worin das durch die zweite Spule (61) erzeugte Magnetfeld den Fluß in dem zweiten Weg mit hoher Reluktanz ohne Reduzieren des Flusses durch den Permanentmagneten (30) erhöht und zur gleichen Zeit den Fluß in dem zweiten Flußweg mit niedriger Reluktanz reduziert.

8. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 1, worin der Anker (40) in zwei Hälften (40a, 40b) ausgebildet ist, die durch Teilung des Ankers (40) durch eine zu der ersten Richtung orthogonale Ebene definiert sind.

9. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 8, in dem die beiden Hälften des Ankers (40) durch eine durch das Joch (12) durchgehende Stellgliedstange (42) zusammengehalten werden.

10. Verfahren zum Herstellen eines bistabilen Permanentmagnetstellglieds (10) mit den Schritten:

Aufbauen eines magnetischen Jochs (12) aus einer Vielzahl von Schichten (14, 15), die jeweils konfiguriert sind, um einen Teil eines Magnetkreises mit mindestens einem Permanentmagneten (30) und einem innerhalb des Jochs (12) in einer ersten Richtung axial hin- und herbewegbaren Anker (40) zu bilden;
 Konfigurieren des Stellglieds, um einen ersten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen ersten Flußweg mit hoher Reluktanz zu schaffen, wenn der Anker (40) in einer ersten Stellung ist, und einen zweiten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen zweiten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker (40) in einer zweiten Stellung ist;
 Bereitstellen einer Einrichtung (60, 61), um den Anker (40) zwischen der ersten und zweiten Stellung anzutreiben; und
 Verwenden einer vorbestimmten Zahl von Schichten, um die Vorrichtung in einer zu der Ebene der Jochschichten (14, 15) orthogonalen linearen Richtung zu erweitern, und Vergrößern der entsprechenden linearen Abmessung des (der) Magneten (Magnete) (30) und Ankers (40), um den durch das Stellglied (10) fließenden Permanentmagnetfluß zu erhöhen, um die gewünschten Merkmale des Stellglieds (10) zu

erreichen.

11. Verfahren zum Herstellen eines bistabilen Permanentmagnetstellglieds (10) nach Anspruch 10, ferner mit den Schritten:

Ausbilden des Ankers (40) in zwei Hälften (40a, 40b) durch Teilung des Ankers durch eine zu der ersten Richtung orthogonale Ebene;
 Einführen eines Rohlings aus einem Material mit hoher Permeabilität zwischen den beiden Hälften des Ankers (40) und Einbauen des Ankers (40) und Rohlings in das Joch (12);
 Entfernen des Rohlings und Einbauen einer Stellgliedstange (42), die angepaßt ist, um die beiden Ankerhälften (40a, 40b) in einer zu der ersten Richtung parallelen Richtung zusammenzuziehen.

12. Verfahren zum Herstellen eines bistabilen Permanentmagnetstellglieds (10) nach Anspruch 11, ferner mit den Schritten:

Einbauen des zumindest einen Permanentmagneten (30) in einem nicht magnetisierten Zustand;
 Magnetisieren des zumindest einen Permanentmagneten (30) an Ort und Stelle nach einem Einbau des Ankers (40) und Rohlings und vor einer Entformung des Rohlings.

Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat: DE

1. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) mit:

einem magnetischen Joch (12) mit einer Schichtstruktur; mindestens einem Permanentmagneten (30); und
 einem Anker (40), der in einer ersten Richtung innerhalb des Jochs (12) axial hin- und herbewegbar ist;
 wobei das Stellglied (10) so konfiguriert ist, daß es schafft:
 einen ersten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen ersten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker (40) in einer ersten Stellung ist;
 einen zweiten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen zweiten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker (40) in einer zweiten Stellung ist;
 einer Einrichtung, um den Anker zwischen der ersten und zweiten Stellung anzutreiben;
 worin jede Schicht (14, 15) des Jochs (12) eine Ebene definiert, in der ein Abschnitt des Permanentmagneten (30) und des Ankers (40) liegen, und worin die Konfiguration des Stellglieds (10) dadurch eine Erhöhung des durch das

Stellglied (10) fließenden Flusses des Permanentmagneten durch die Hinzufügung weiterer Jochschichten (14, 15) und eine entsprechende Zunahme in der linearen Abmessung des Magneten (30) und des Ankers (40) in einer zweiten, zu der Ebene der Schichten (14, 15) senkrechten Richtung ermöglicht; und
 5
 worin der Anker (40) in zwei Hälften (40a, 40b) ausgebildet ist, die durch Teilung des Ankers (40) durch eine zu der ersten Richtung orthogonale Ebene definiert sind.

2. Bistabiles Permanentmagnetstellglied (10) nach Anspruch 1, in dem die beiden Hälften (40a, 40b) des Ankers durch eine durch das Joch (12) durchgehende Stellgliedslange (42) zusammengehalten werden.
3. Verfahren zum Herstellen eines bistabilen Permanentmagnetstellglieds (10) mit den Schritten:

Aufbauen eines magnetischen Jochs (12) aus einer Vielzahl von Schichten (14, 15), die jeweils konfiguriert sind, um einen Teil eines Magnetkreises mit mindestens einem Permanentmagneten (30) und einem innerhalb des Jochs (12) in einer ersten Richtung axial hin- und herbewegbaren Anker (40) zu bilden;
 Konfigurieren des Stellglieds (10), um einen ersten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen ersten Flußweg mit hoher Reluktanz zu schaffen, wenn der Anker (40) in einer ersten Stellung ist, und einen zweiten Flußweg mit niedriger Reluktanz und einen zweiten Flußweg mit hoher Reluktanz, wenn der Anker (40) in einer zweiten Stellung ist;
 Bereitstellen einer Einrichtung (60, 61), um den Anker (40) zwischen der ersten und zweiten Stellung anzutreiben; und
 Verwenden einer vorbestimmten Zahl von Schichten, um die Vorrichtung in einer zu der Ebene der Jochschichten (14, 15) orthogonalen linearen Richtung zu erweitern, und Vergrößern der entsprechenden linearen Abmessung des (der) Magneten (Magnete) (30) und Ankers (40), um den durch das Stellglied (10) fließenden Permanentmagnetfluß zu erhöhen, um die gewünschten Merkmale des Stellglieds (10) zu erreichen;

und ferner mit einem:

Ausbilden des Ankers (40) in zwei Hälften (40a, 40b) durch Teilung des Ankers (40) durch eine zu der ersten Richtung orthogonale Ebene;
 55
 Einführen eines Rohlings aus einem Material mit hoher Permeabilität zwischen den beiden Hälften (40a, 40b) des Ankers (40) und Einbau-

en des Ankers (40) und Rohlings in das Joch (12);
 Entfernen des Rohlings und Einbauen einer Stellgliedslange (42), die angepaßt ist, um die beiden Ankerhälften (40a, 40b) in einer zu der ersten Richtung parallelen Richtung zusammenzuziehen.

4. Verfahren zum Herstellen eines bistabilen Permanentmagnetstellglieds (10) nach Anspruch 3, ferner mit den Schritten:

Einbauen des mindestens einen Permanentmagneten (30) in einem nicht magnetisierten Zustand;
 Magnetisieren des mindestens einen Permanentmagneten (30) an Ort und Stelle nach einem Einbau des Ankers (40) und Rohlings und vor einer Entfernung des Rohlings.

Revendications

25 Revendications pour les Etats contractants suivants: BE, AT, FR, IT, NL, SE, IE

1. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) comprenant:

30 une carcasse magnétique (12) ayant une structure feuilletée;
 au moins un aimant permanent (30); et
 une armature (40) pouvant être animée d'un mouvement alternatif dans une première direction à l'intérieur de la carcasse (12);

le dispositif d'actionnement (10) étant configuré de manière à fournir:

un premier chemin de flux de faible réluctance et un premier chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une première position;
 45 un deuxième chemin de flux de faible réluctance et un deuxième chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature est dans une deuxième position;
 des moyens pour commander l'armature (40) entre la première et la deuxième position;

caractérisé en ce que:

chaque feuille (14, 15) de la carcasse (12) définit un plan dans lequel se trouve une portion de l'aimant permanent (30) et de l'armature (40), et dans lequel la configuration du dispositif d'actionnement permet ainsi une augmenta-

tion dans l'aimant permanent du flux s'écoulant à travers le dispositif d'actionnement (10) par l'addition d'autres feuilles de carcasse (14, 15) et une augmentation correspondante de la dimension linéaire de l'aimant (30) et de l'armature (40) dans une deuxième direction perpendiculaire au plan des feuilles.

2. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 1, dans lequel chaque feuille (14, 15) de la carcasse (13) fournit une partie à la fois dudit chemin de faible réluctance et dudit chemin de forte réluctance.

3. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 1, dans lequel chaque feuille (14, 15) de la carcasse (12) encercle entièrement l'aimant (30) et l'armature (40).

4. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 1, dans lequel l'armature (40) comprend une structure feuilletée dans laquelle les feuilles de l'armature (40) sont sensiblement parallèles aux feuilles (14, 15) de la carcasse (12).

5. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 4, comportant en outre une pluralité d'aimants permanents (30) positionnés longitudinalement dans ladite deuxième direction.

6. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 4, dans lequel la première et la deuxième direction sont mutuellement orthogonales.

7. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens pour commander l'armature (40) entre la première et la deuxième position comprennent :

une première et une deuxième bobine électrique (60, 61) prévues chacune pour générer des champs magnétiques transitoires en réponse à un signal d'actionnement respectif dans lequel le champ magnétique généré par la première bobine (60) fait augmenter le flux dans le premier chemin de forte réluctance sans diminuer le flux à travers l'aimant permanent (30), et en même temps fait diminuer le flux dans le premier chemin de faible réluctance ; et dans lequel le champ magnétique généré par la deuxième bobine (61) fait augmenter le flux dans le deuxième chemin de forte réluctance sans diminuer le flux à travers l'aimant permanent (30), et en même temps fait diminuer le flux dans le deuxième chemin de faible réluctance.

ment (30), et en même temps fait diminuer le flux dans le deuxième chemin de flux de faible réluctance.

8. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 1, dans lequel l'armature (40) est formée en deux moitiés (40a, 40b) définies par division de l'armature (40) par un plan orthogonal à ladite première direction.

9. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 8, dans lequel les deux moitiés de l'armature (40) sont maintenues ensemble par une tige du dispositif d'actionnement (42) traversant la carcasse (12).

10. Procédé de fabrication d'un dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) comprenant les étapes consistant à :

construire une carcasse magnétique (12) à partir d'une pluralité de feuilles (14, 15) configurées chacune de manière à former une partie d'un circuit magnétique avec au moins un aimant permanent (30) et une armature (40) pouvant être animée d'un mouvement alternatif dans une première direction à l'intérieur de la carcasse (12) ; configurer le dispositif d'actionnement de manière à fournir un premier chemin de flux de faible réluctance et un premier chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une première position et un deuxième chemin de flux de faible réluctance et un deuxième chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une deuxième position ; fournir des moyens (60, 61) pour commander l'armature (40) entre la première et la deuxième position ; et utiliser un nombre prédéterminé de feuilles pour prolonger le dispositif dans une direction linéaire orthogonale au plan des feuilles (14, 15) de la carcasse et augmenter la dimension linéaire correspondante de l'aimant (des aimants) (30) et de l'armature (40) pour augmenter dans l'aimant permanent le flux s'écoulant à travers le dispositif d'actionnement (10) pour obtenir la spécification désirée du dispositif d'actionnement (10).

11. Procédé de fabrication d'un dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 10, comprenant en outre les étapes consistant à :

former l'armature (40) en deux moitiés (40a, 40b) par division de l'armature par un plan or-

thogonal à ladite première direction ;
introduire un noyau d'un matériau de forte perméabilité entre les deux moitiés de l'armature (40) et installer l'armature (40) et le noyau dans la carcasse (12) ;
enlever le noyau et installer une tige du dispositif d'actionnement (42) prévue pour tirer ensemble lesdites deux moitiés d'armature (40a, 40b) dans une direction parallèle à ladite première direction.

12. Procédé de fabrication d'un dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 11, comprenant en outre les étapes consistant à :

mettre ledit au moins un aimant permanent (30) dans un état non magnétisé ;
après installation de l'armature (40) et du noyau et avant retrait du noyau, magnétiser sur place ledit au moins un aimant permanent (30).

Revendications pour l'Etat contractant suivant : DE

1. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) comprenant :

une carcasse magnétique (12) ayant une structure feuilletée ;
au moins un aimant permanent (30) ; et
une armature (40) pouvant être animée d'un mouvement alternatif dans une première direction à l'intérieur de la carcasse (12) ;

le dispositif d'actionnement (10) étant configuré de manière à fournir :

un premier chemin de flux de faible réluctance et un premier chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une première position ;
un deuxième chemin de flux de faible réluctance et un deuxième chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une deuxième position ;
des moyens pour commander l'armature entre la première et la deuxième position ;
dans lequel chaque feuille (14, 15) de la carcasse (12) définit un plan dans lequel se trouve une portion de l'aimant permanent (30) et de l'armature (40), et dans lequel la configuration du dispositif d'actionnement (10) permet ainsi une augmentation dans l'aimant permanent du flux s'écoulant à travers le dispositif d'actionnement (10) par l'addition d'autres feuilles de carcasse (14, 15) et une augmentation correspondante de la dimension linéaire de l'aimant (30)

et de l'armature (40) dans une deuxième direction perpendiculaire au plan des feuilles (14, 15) ; et
dans lequel l'armature (40) est formée en deux moitiés (40a, 40b) définies par division de l'armature (40) par un plan orthogonal à ladite première direction.

2. Dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 1, dans lequel les deux moitiés (40a, 40b) de l'armature (40) sont maintenues ensemble par une tige du dispositif d'actionnement (42) traversant la carcasse (12).

3. Procédé de fabrication d'un dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) comprenant les étapes consistant à :

construire une carcasse magnétique (12) à partir d'une pluralité de feuilles (14, 15) configurées chacune de manière à former une partie d'un circuit magnétique avec au moins un aimant permanent (30) et une armature (40) pouvant être animée d'un mouvement alternatif dans une première direction à l'intérieur de la carcasse (12) ;
configurer le dispositif d'actionnement (10) de manière à fournir un premier chemin de flux de faible réluctance et un premier chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une première position et un deuxième chemin de flux de faible réluctance et un deuxième chemin de flux de forte réluctance lorsque l'armature (40) est dans une deuxième position ;
fournir des moyens (60, 61) pour commander l'armature (40) entre la première et la deuxième position ; et
utiliser un nombre prédéterminé de feuilles pour prolonger le dispositif dans une direction linéaire orthogonale au plan des feuilles (14, 15) de la carcasse et augmenter la dimension linéaire correspondante de l'aimant (des aimants) (30) et de l'armature (40) pour augmenter dans l'aimant permanent le flux s'écoulant à travers le dispositif d'actionnement (10) pour obtenir la spécification désirée du dispositif d'actionnement (10) ;

et comprenant en outre :

la formation de l'armature (40) en deux moitiés (40a, 40b) par division de l'armature (40) par un plan orthogonal à ladite première direction ;
l'introduction d'un noyau d'un matériau de forte perméabilité entre les deux moitiés (40a, 40b) de l'armature (40) et l'installation de l'armature (40) et du noyau dans la carcasse (12) ;

le retrait du noyau et l'installation d'une tige du dispositif d'actionnement (42) prévu pour tirer ensemble lesdites deux moitiés d'armature (40a, 40b) dans une direction parallèle à ladite première direction.

4. Procédé de fabrication d'un dispositif d'actionnement d'aimant permanent bistable (10) selon la revendication 3, comprenant en outre les étapes consistant à :

mettre ledit au moins un aimant permanent (30) dans un état non magnétisé ;
après installation de l'armature (40) et du noyau et avant retrait du noyau, magnétiser sur place ledit au moins un aimant permanent (30).

20

25

30

35

40

45

50

55

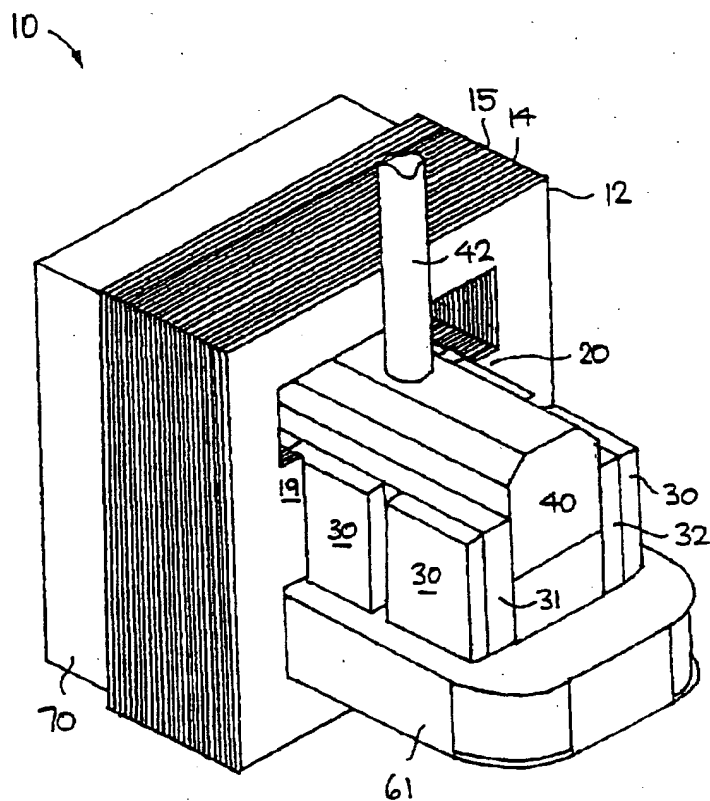


FIGURE 1

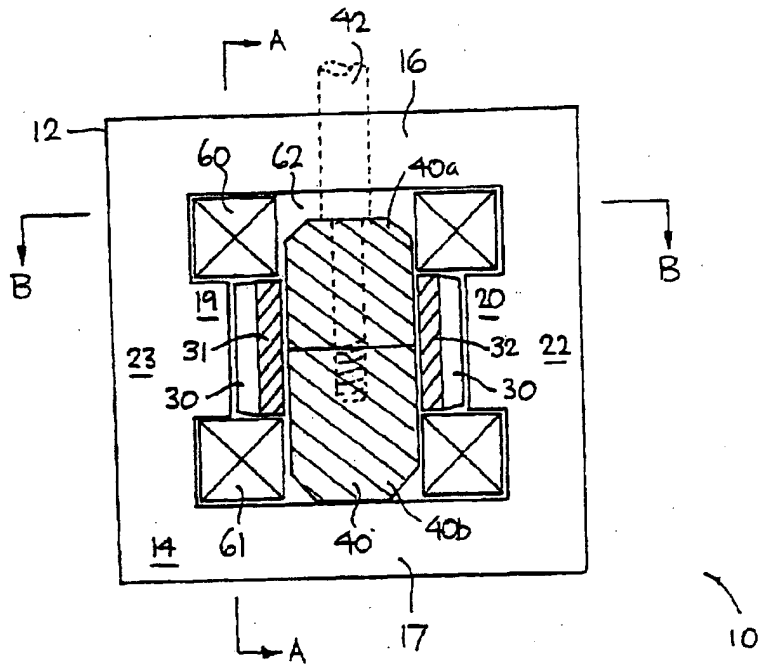


FIGURE 2

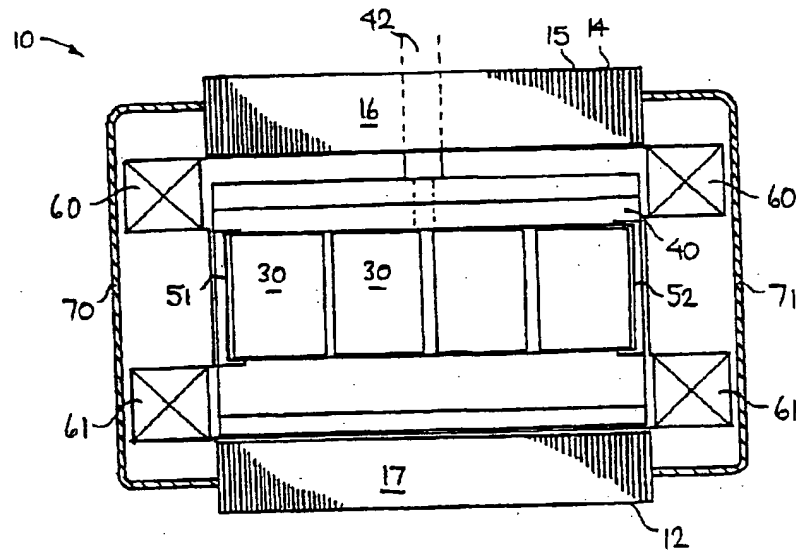


FIGURE 3

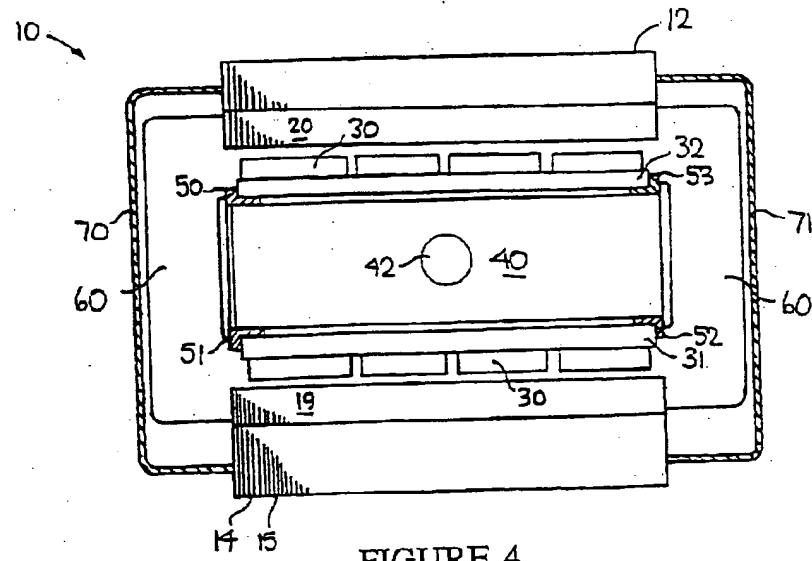


FIGURE 4